

HOLLOW FIBER MEMBRANE TYPE HUMIDIFIER

B2

Publication number: JP2002066262**Publication date:** 2002-03-05**Inventor:** KATAGIRI TOSHIKATSU; KUSANO YOSHIO; SHIMANUKI HIROSHI; SUZUKI MIKIHIRO**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD**Classification:**

- international: *B60K1/04; B01D63/02; F24F6/04; H01M8/04; H01M8/10; H01M8/04; H01M8/10; B60K1/04; B01D63/02; F24F6/02; H01M8/04; H01M8/10; H01M8/04; H01M8/10; (IPC1-7): H01M8/04; H01M8/10; B01D63/02; B60K1/04; F24F6/04*

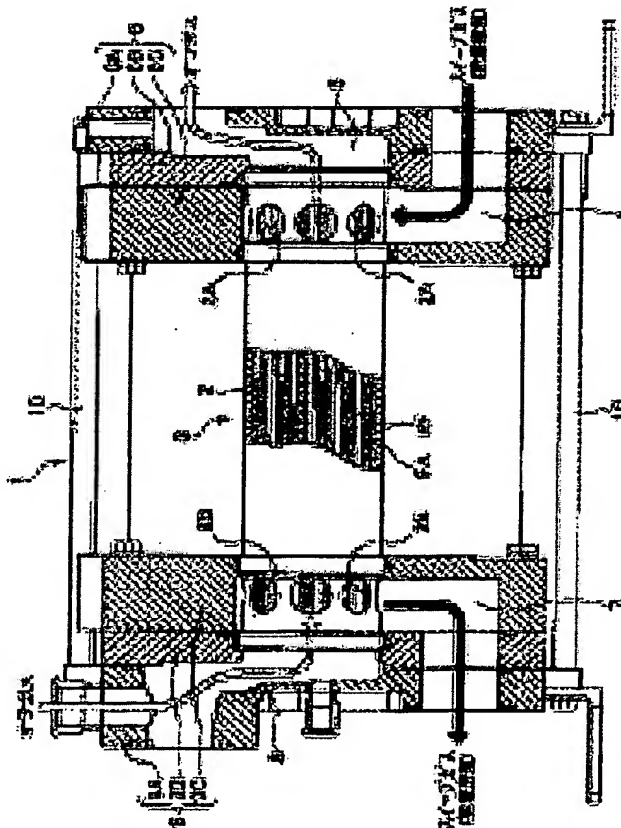
- European:**Application number:** JP20000258774 20000829**Priority number(s):** JP20000258774 20000829

Report a data error here

Abstract of JP2002066262**PROBLEM TO BE SOLVED:** To

provide a hollow fiber membrane type humidifier whose humidifying capability can be prevented from decreasing by additional installation of an extremely simple structure.

SOLUTION: This hollow fiber membrane type humidifier is provided with a hollow fiber membrane module (3) comprising a cylindrical housing (2) having a plurality of gas flowing-in holes (2A) arranged in the circumferential direction in one end part and a plurality of gas flowing-out holes (2B) arranged in the circumferential direction in the other end part and a hollow fiber membrane assembly (FA) of a bundle of a large number of water-permeable hollow fiber membranes (HF) housed in the housing (2). A flowing-in hole communication groove for communicating the respective gas flowing-in holes (2A) one another in the circumferential direction is formed in the inner circumferential face in one end part of the cylindrical housing (2) and a flowing-out hole communication



groove for communicating the
respective gas flowing-out holes (2B)
one another in the circumferential
direction is formed in the inner
circumferential face in the other end
part of the cylindrical housing (2).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In tubed housing with which two or more gas runoff holes prepared in two or more gas incurrent pores and other end which were prepared in the end section are arranged along the hoop direction, respectively The gas which is equipped with the hollow fiber module which bundles many hollow fibers of water permeability and it comes to hold, and passes through the interior of said each hollow fiber, It is the hollow fiber type humidifier which performs moisture exchange between the gases which contact the periphery of each of said hollow fiber by passing through the inside of tubed housing towards said gas runoff hole from said gas incurrent pore. The hollow fiber type humidifier characterized by establishing the incurrent pore free passage slot which makes said each gas incurrent pore open for free passage mutually in the inner skin of the end section of said tubed housing.

[Claim 2] The hollow fiber type humidifier which is a hollow fiber type humidifier indicated by claim 1, and is characterized by establishing the runoff hole free passage slot which makes said each gas runoff hole open for free passage mutually in the inner skin of the other end of said tubed housing.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the hollow fiber type humidifier which can prevent lowering of humidification capacity in detail about the hollow fiber type humidifier of the suitable lightweight and compact structure for a fuel cell system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, various kinds of electric vehicles in

which it changes to the conventional engine and a drive motor is carried are developed. Development of the fuel cell powered vehicle which carries the hydrogen ion exchange membrane type fuel cell (henceforth a PEM mold fuel cell) called for short PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) as a power source of a drive motor as one of this kind of the electric vehicles is furthered quickly.

[0003] Said PEM mold fuel cell is constituted as a stack of the structure which carried out the laminating of many cels which are generation-of-electrical-energy units, and each cel has the structure which put the film and electrode zygote called MEA (Membrane ElectrodeAssembly) for short between the anode side separator which has a hydrogen supply way, and the cathode side separator which has an oxygen supply way. The laminating of an anode lateral electrode catalyst bed and the gaseous diffusion layer is carried out to one side of the hydrogen ion exchange film of the solid-state polymeric materials called PEM (Proton Exchange Membrane) for short one by one, the laminating of a cathode lateral electrode catalyst bed and the gaseous diffusion layer is carried out one by one, and this MEA is constituted by other one side of said PEM (hydrogen ion exchange film).

[0004] In this kind of PEM mold fuel cell, if hydrogen gas circulates said hydrogen supply way toward an anode outlet side from an anode entrance side and the humidified air containing oxygen circulates said oxygen supply way toward a cathode outlet side from a cathode entrance side, the electromotive force each cel of whose is about 1V will be generated by a hydrogen ion's penetrating PEM (hydrogen ion exchange film) of MEA of a damp or wet condition from the anode side of each cel, and moving to a cathode side. Then, in order to supply continuously the air and hydrogen gas which were humidified in the PEM mold fuel cell which has such a generation-of-electrical-energy mechanism and to make a generation of electrical energy continue, the air supply system which humidifies and supplies the air fed by the supercharger is attached to a cathode entrance side, and the air excretory system which discharges damp off-gas is attached to the cathode outlet side. Moreover, the hydrogen gas supply system which supplies hydrogen gas with an ejector is attached to the anode entrance side. And between said air supply systems and air excretory systems, in order to humidify the air fed by the cathode entrance side, the hollow fiber type humidifier (refer to JP,7-71795,A) of a lightweight and compact configuration is formed.

[0005] Drawing 8 shows other conventional examples of this kind of hollow fiber type humidifier. The hollow fiber type humidifier shown in drawing 8 is equipped with the hollow fiber module FM which comes to hold the hollow fiber aggregate FA which bundled many hollow fibers HF of water permeability in the cylindrical housing CH with which two or more gas incurrent pores H1 were arranged by the end section along the

hoop direction, and two or more gas runoff holes H2 were arranged by the other end along the hoop direction. The other end connects this hollow fiber module FM, and it is supported by the head block HB one 2 which the end section connects with the head block HB one 1 which has the sweep gas inflow path P1 and the off-gas runoff path P2, and is supported, and has the sweep gas runoff path P3 and the off-gas inflow path P4.

[0006] In the conventional hollow fiber type humidifier shown in drawing 8, damp off-gas with the high moisture content discharged by the air excretory system of said fuel cell system is supplied to the off-gas inflow path P4 of a head block HB one 2, and the dry air with the low moisture content of the air supply system fed by said supercharger is supplied to the sweep gas inflow path P1 of a head block HB one 1 as sweep gas. Thereby, in a hollow fiber type humidifier, off-gas passes through the interior of each hollow fiber HF which constitutes the hollow fiber aggregate FA of the hollow fiber module FM from an off-gas inflow path P4, and circulates to the off-gas runoff path P2. Simultaneously, sweep gas circulates to the sweep gas runoff path P3 from the gas runoff hole H2 which flowed in the cylindrical housing CH, passed through the clearance in the hollow fiber aggregate FA, and was prepared in the other end of the cylindrical housing CH from the gas incurrent pore H1 prepared in the end section of the cylindrical housing CH of the hollow fiber module FM from the sweep gas inflow path P1. And in this hollow fiber type humidifier, moisture exchange is performed between the off-gas which passes through the interior of each hollow fiber HF which constitutes the hollow fiber aggregate FA, and the sweep gas which contacts the periphery of each hollow fiber HF and is passed, off-gas with high moisture content is dehumidified, and sweep gas with low moisture content is humidified.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in the hollow fiber module FM of the above mentioned conventional hollow fiber type humidifier, it estranges independently of mutual and each gas incurrent pore H1 of the end section of the cylindrical housing CH and each gas runoff hole H2 of the other end are arranged, although arranged along with the circumferential direction of the cylindrical housing CH. For this reason, the sweep gas which flows into each gas incurrent pore H1 of the end section of the cylindrical housing CH cannot be smoothly diffused along with the circumferential direction of the inner skin of the cylindrical housing CH, but has the inclination which turns the clearance in the hollow fiber aggregate FA to each gas runoff hole H2 by the side of the other end from each gas incurrent pore H1 by the side of an end, and carries out channeling to the shape of a muscle. In this case, since each hollow fiber HF which constitutes the hollow fiber aggregate FA has little through put of sweep gas, the part which hardly contributes to moisture exchange occurs in it,

and the humidification capacity of the hollow fiber module FM falls to it.

[0008] Then, this invention makes it a technical problem to offer the hollow fiber type humidifier which can prevent lowering of humidification capacity by addition of very easy structure.

[0009]

[Means for Solving the Problem] As a means to solve the aforementioned technical problem, the hollow fiber type humidifier concerning this invention In tubed housing with which two or more gas runoff holes prepared in two or more gas incurrent pores and other end which were prepared in the end section are arranged along the hoop direction, respectively The gas which is equipped with the hollow fiber module which bundles many hollow fibers of water permeability and it comes to hold, and passes through the interior of said each hollow fiber, It is the hollow fiber type humidifier which performs moisture exchange between the gases which contact the periphery of each of said hollow fiber by passing through the inside of tubed housing towards said gas runoff hole from said gas incurrent pore. It is characterized by establishing the incurrent pore free passage slot which makes said each gas incurrent pore open for free passage mutually in the inner skin of the end section of said tubed housing.

[0010] With the hollow fiber type humidifier concerning this invention, as for moisture content, while differs and a gas passes through the interior of said each hollow fiber. When the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber in tubed housing towards each gas runoff hole of the other end from each gas incurrent pore of the end section of said tubed housing Moisture exchange is performed through each hollow fiber which both gases contact, a gas with high moisture content is dehumidified, and a gas with low moisture content is humidified. The incurrent pore free passage slot established in the inner skin of the end section of said tubed housing diffuses smoothly the gas of another side which flows into each gas incurrent pore of the end section of tubed housing along the hoop direction of the inner skin of tubed housing in that case. For this reason, the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber in tubed housing from the hoop direction whole region of end circles of tubed housing towards each gas runoff hole of the other end of tubed housing to abbreviation homogeneity. That is, without carrying out channeling of the clearance between each hollow fiber to the hoop direction of tubed housing, it passes to abbreviation homogeneity and the gas of another side contacts much more many hollow fibers.

[0011] In the hollow fiber type humidifier of this invention, if the runoff hole free passage slot which makes each gas runoff hole arranged by the other end of said tubed housing open for free passage mutually is established in the inner skin of the other end of tubed housing, this runoff hole free passage slot will lead smoothly the

gas of another side which passes through the clearance between each hollow fiber toward the other end of tubed housing to each gas runoff hole along the hoop direction in the other end of tubed housing. For this reason, the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber from the hoop direction whole region of end circles of tubed housing to homogeneity further towards the circumferential direction whole region in the other end. That is, without carrying out channeling of the clearance between each hollow fiber to the hoop direction of tubed housing, it passes to homogeneity further and the gas of another side contacts much more many hollow fibers.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the hollow fiber type humidifier applied to this invention with reference to a drawing is explained. The perspective view showing the structure of the hollow fiber type humidifier which drawing 1 requires for 1 operation gestalt in the drawing to refer to, the sectional view showing the structure of the hollow fiber type humidifier which drawing 2 requires for 1 operation gestalt, the cross-section perspective view showing the inner skin of the end section of cylindrical housing which shows drawing 3 to drawing 2, and drawing 4 are the cross-section perspective views showing the inner skin of the other end of cylindrical housing shown in drawing 2.

[0013] As shown in drawing 1 and drawing 2, the hollow fiber type humidifier 1 concerning 1 operation gestalt is equipped with two or more hollow fiber modules 3 which come to hold the hollow fiber aggregate FA which bundled many hollow fibers HF of water permeability in the cylindrical housing 2 with which two or more gas incurrent pore 2A was arranged by the end section along the hoop direction, and two or more gas runoff hole 2Bs were arranged by the other end along the hoop direction. And the other end connects each hollow fiber module 3, and it is supported by the head block 9 which the end section connects with the head block 6 which has the sweep gas inflow path 4 and the off-gas runoff path 5, and is supported, and has the sweep gas runoff path 7 and the off-gas inflow path 8.

[0014] Said cylindrical housing 2 consists of the engineering-plastics material by which injection molding was carried out to the about [die-length 600mm] shape of the diameter of 60mm, 4mm of thickness, and a pipe. A diameter is about 18mm and each eight gas incurrent pore 2A fabricated by the end section of this cylindrical housing 2 is arranged at equal intervals by the circumferential direction of the cylindrical housing 2, for example. Similarly, a diameter is about 18mm and each eight gas runoff hole 2Bs fabricated by the other end of the cylindrical housing 2 are arranged at equal intervals by the circumferential direction of the cylindrical housing 2, for example.

[0015] Said hollow fiber aggregate FA bundles about 5000 hollow fibers HF to one. The potting section which closes the mutual clearance between each hollow fiber HF with adhesives where opening of each hollow fiber HF is maintained, and is pasted up on the both ends of the cylindrical housing 2 is constituted by the both ends of this hollow fiber aggregate FA. And the both ends of said cylindrical housing 2 are airtightly blockaded by this potting section.

[0016] Each hollow fiber HF which constitutes said hollow fiber aggregate FA is a thin hollow filament whose bore is about 300–700 micrometers. This hollow fiber aggregate FA makes the steam in the gas which passes through that interior condense, and has the function for which that water of condensation is moved outside by capillarity.

[0017] Said head block 6 has the structure which concluded medium plate 6B and inside plate 6C mutually with the bolt nut in piles one by one to outside plate 6A, and said sweep gas inflow path 4 and the off-gas runoff path 5 are formed ranging over outside plate 6A, medium plate 6B, and inside plate 6C. Similarly, said head block 9 has the structure which concluded medium plate 9B and inside plate 9C mutually with the bolt nut in piles one by one to outside plate 9A, and said sweep gas runoff path 7 and the off-gas inflow path 8 are formed ranging over outside plate 9A, medium plate 9B, and inside plate 9C. And when outside plate 6A of a head block 6 and outside plate 9A of a head block 9 are mutually concluded through the long conclusion bolt 10, each hollow fiber module 3 is pinched.

[0018] Here, in the hollow fiber type humidifier 1 concerning 1 operation gestalt, as shown in drawing 3, incurrent pore free passage slot 2C which makes said each gas incurrent pore 2A open for free passage mutually is prepared in the inner skin of the end section of the cylindrical housing 2 which constitutes the hollow fiber module 3. Similarly, as shown in drawing 4, runoff hole free passage slot 2D which makes said each gas runoff hole 2B open for free passage mutually is prepared in the inner skin of the other end of the cylindrical housing 2.

[0019] Said incurrent pore free passage slot 2C is the square groove of a width method smaller than the diameter of each gas incurrent pore 2A, and is intermittently formed along with the array center line of each gas incurrent pore 2A in alignment with the circumferencial direction of the cylindrical housing 2. [two or more] Similarly, said runoff hole free passage slot 2D is the square groove of a width method smaller than the diameter of each gas runoff hole 2B, and is intermittently formed along with the array center line of each gas incurrent pore 2A in alignment with the circumferencial direction of the cylindrical housing 2. [two or more] Although each of these incurrent pore free passage slot 2C and each runoff hole free passage slot 2D are usually fabricated in one at the time of injection molding of the cylindrical housing 2, they may be formed by machining afterwards.

[0020] By making moisture exchange perform between damp off-gas with the high moisture content discharged in the air excretory system of the fuel cell system which is not illustrated, for example, and the dry air with the low moisture content fed by a supercharger etc. in the inside of the air supply system of a fuel cell system, the hollow-fiber type humidifier 1 of 1 operation gestalt constituted as mentioned above is used in order to humidify the air which has the inside of said air-supply system fed.

[0021] In the hollow fiber type humidifier 1 of 1 operation gestalt, the off-gas discharged by the air excretory system of said fuel cell system is supplied to the off-gas inflow path 8 of a head block 9, and the air in the air supply system of said fuel cell system is supplied to the sweep gas inflow path 4 of a head block 6 as sweep gas. In this condition, the damp off-gas with high moisture content passes through the interior of each hollow fiber HF which constitutes the hollow fiber aggregate FA of each hollow fiber module 3 from an off-gas inflow path 8, and flows into the off-gas runoff path 5 of a head block 6. On the other hand, the dry sweep gas with low moisture content flows into the sweep gas runoff path 7 of a head block 9 from each gas runoff hole 2B which flowed in the cylindrical housing 2, passed through the clearance in the hollow fiber aggregate FA, and was prepared in the other end of the cylindrical housing 2 from each gas incurrent pore 2A prepared in the end side of the cylindrical housing 2 of each hollow fiber module 3 from the sweep gas inflow path 4.

[0022] And in the hollow fiber type humidifier 1 concerning this 1 operation gestalt, moisture exchange is performed between the off-gas which passes through the interior of each hollow fiber HF which constitutes the hollow fiber aggregate FA, and the sweep gas which contacts the periphery of each hollow fiber HF and passes through the clearance in the hollow fiber aggregate FA, off-gas with high moisture content is dehumidified, and sweep gas with low moisture content is humidified. And sweep gas with the humidified high moisture content is returned in the air supply system of a fuel cell system from the sweep gas runoff path 7.

[0023] Each incurrent pore free passage slot 2C prepared in the inner skin of the end section of said cylindrical housing 2 as shown in drawing 3 diffuses smoothly the sweep gas which flows into each gas incurrent pore 2A of the end section of the cylindrical housing 2 along with the circumferencial direction of the inner skin of the cylindrical housing 2 in that case. For this reason, sweep gas passes through the clearance in the hollow fiber aggregate FA towards each gas runoff hole 2B of the other end of the cylindrical housing 2 to abbreviation homogeneity from the circumferencial direction whole region of end circles of the cylindrical housing 2.

[0024] Moreover, each runoff hole free passage slot 2D prepared in the inner skin of the other end of said cylindrical housing 2 accepts the sweep gas which passes through the clearance in the hollow fiber aggregate FA toward the other end of the

cylindrical housing 2 to abbreviation homogeneity from the circumferencial direction whole region of end circles of the cylindrical housing 2, and the circumferencial direction in the other end of the cylindrical housing 2 meets, and it leads this to each gas runoff hole 2B smoothly.

[0025] Therefore, in the hollow fiber type humidifier 1 of 1 operation gestalt, the sweep gas which flowed from each gas incurrent pore 2A in the cylindrical housing 2 of each hollow fiber module 3 passes through the clearance in the hollow fiber aggregate FA to homogeneity towards the circumferencial direction whole region in the other end from the circumferencial direction whole region of end circles of the cylindrical housing 2. That is, without carrying out channeling of the clearance in the hollow fiber aggregate FA to the circumferencial direction of the cylindrical housing 2, it passes to homogeneity, and from before, sweep gas can contact much more many hollow fibers HF, and can prevent lowering of humidification capacity effectively.

[0026] In the hollow fiber type humidifier of this invention, the cross section configuration of the runoff hole free passage slot for gas runoff hole 2B establish in the incurrent pore free passage slot and the other end for gas incurrent pore 2A which be prepare in the end section of said cylindrical housing 2 can be make into the shape not only of a square shape like incurrent pore free passage slot 2C of 1 operation gestalt, and runoff hole free passage slot 2D but radii, the shape of V, and reverse trapezoidal shape.

[0027] Moreover, said incurrent pore free passage slot for gas incurrent pore 2A can be made into various configurations as shown in drawing 5 – drawing 7 . Incurrent pore free passage slot 2E shown in drawing 5 consists of the circular–sulcus section two E1 which is located in the side of the array of each gas incurrent pore 2A, and is prolonged in the circumferencial direction of the inner skin of the cylindrical housing 2, and a free passage slot two E2 which juts out of this circular–sulcus section two E1 over the side, and is open for free passage to each gas incurrent pore 2A. Moreover, incurrent pore free passage slot 2F shown in drawing 6 surrounded each gas incurrent pore 2A, and are prolonged in the circumferencial direction of the inner skin of the cylindrical housing 2, and the both–sides wall is fabricated by the wave type wore. Furthermore, incurrent pore free passage slot 2G shown in drawing 7 are constituted by the combination of two or more connection slot 2G1 [the / same] as incurrent pore free passage slot 2C in 1 operation gestalt, and two or more guide slot 2G2 which are juttet out of each gas incurrent pore 2A over the side. In addition, it can consider as the various configurations where the runoff hole free passage slot for gas runoff hole 2B is also shown in drawing 5 – drawing 7 .

[0028]

[Effect of the Invention] As explained above, with the hollow fiber type humidifier

concerning this invention When as for while moisture content differs a gas passes through the interior of said each hollow fiber and the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber in tubed housing towards each gas runoff hole of the other end from each gas incurrent pore of the end section of said tubed housing Moisture exchange is performed through each hollow fiber which both gases contact, a gas with high moisture content is dehumidified, and a gas with low moisture content is humidified. The incurrent pore free passage slot established in the inner skin of the end section of said tubed housing diffuses smoothly the gas of another side which flows into each gas incurrent pore of the end section of tubed housing along the hoop direction of the inner skin of tubed housing in that case. For this reason, the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber in tubed housing from the hoop direction whole region of end circles of tubed housing towards each gas runoff hole of the other end of tubed housing to abbreviation homogeneity. That is, without carrying out channeling of the clearance between each hollow fiber to the hoop direction of tubed housing, it passes to abbreviation homogeneity and the gas of another side contacts much more many hollow fibers. Therefore, according to the hollow fiber type humidifier of this invention, lowering of humidification capacity can be prevented by addition of the very easy structure of preparing said incurrent pore free passage slot.

[0029] Moreover, in the hollow fiber type humidifier of this invention, when the runoff hole free passage slot which makes each gas runoff hole arranged by the other end of said tubed housing open for free passage mutually is established in the inner skin of the other end of tubed housing, this runoff hole free passage slot leads smoothly the gas of another side which passes through the clearance between each hollow fiber toward the other end of tubed housing to each gas runoff hole along the hoop direction of the other end of tubed housing. For this reason, the gas of another side passes through the clearance between each hollow fiber from the hoop direction whole region of end circles of tubed housing to homogeneity further towards the hoop direction whole region of the other end. That is, without carrying out channeling of the clearance between each hollow fiber to the hoop direction of tubed housing, it passes to homogeneity further and the gas of another side contacts much more many hollow fibers. Therefore, lowering of humidification capacity can be prevented much more effectively.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the structure of the hollow fiber type humidifier concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the structure of the hollow fiber type humidifier concerning 1 operation gestalt.

[Drawing 3] It is the cross-section perspective view showing the inner skin of the end section of cylindrical housing shown in drawing 2 .

[Drawing 4] It is the cross-section perspective view showing the inner skin of the other end of cylindrical housing shown in drawing 2 .

[Drawing 5] It is the partial development view of the end section inner skin of cylindrical housing in which the example of modification of the incurrent pore free passage slot for gas incurrent pores shown in drawing 2 is shown.

[Drawing 6] It is the partial development view of the end section inner skin of cylindrical housing in which other examples of modification of the incurrent pore free passage slot for gas incurrent pores shown in drawing 2 are shown.

[Drawing 7] It is the partial development view of the end section inner skin of cylindrical housing in which the example of modification of further others of the incurrent pore free passage slot for gas incurrent pores shown in drawing 2 is shown.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the structure of the hollow fiber type humidifier of the conventional example.

[Description of Notations]

- 1 : Hollow Fiber Type Humidifier
- 2 : Cylindrical Housing
- 2A: Gas incurrent pore
- 2B: Gas runoff hole
- 2C: Incurrent pore free passage slot
- 2D: Runoff hole free passage slot
- 3 : Hollow Fiber Module
- 4 : Sweep Gas Inflow Path
- 5 : Off-gas Runoff Path
- 6 : Head Block
- 7 : Sweep Gas Runoff Path
- 8 : Off-gas Inflow Path
- 9 : Head Block
- HF: Hollow fiber
- FA: Hollow fiber aggregate

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-66262

(P2002-66262A)

(43)公開日 平成14年3月5日(2002.3.5)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト(参考)

B 0 1 D 63/02

B 0 1 D 63/02

3 D 0 3 5

B 6 0 K 1/04

B 6 0 K 1/04

Z 3 L 0 5 5

F 2 4 F 6/04

F 2 4 F 6/04

4 D 0 0 6

// H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

K 5 H 0 2 6

8/10

8/10

5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願2000-258774(P2000-258774)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(22)出願日

平成12年8月29日(2000.8.29)

(72)発明者 片桐 敏勝

埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72)発明者 草野 佳夫

埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74)代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

最終頁に続く

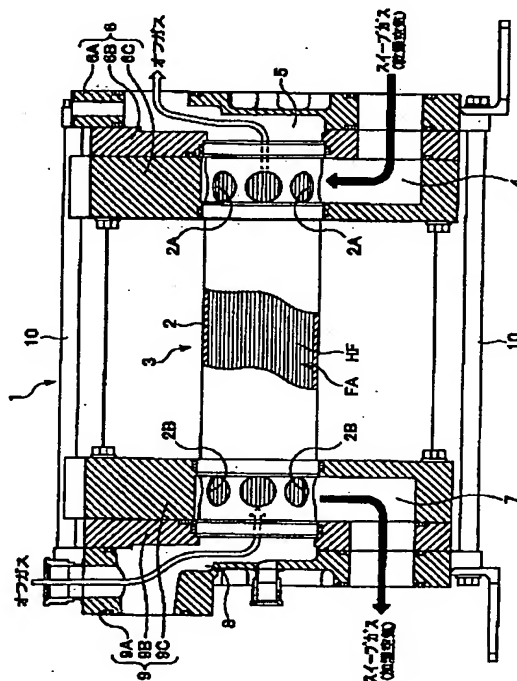
(54)【発明の名称】 中空糸膜式加湿器

(57)【要約】

【課題】 極めて簡単な構造の付加により加湿能力の低下を防止できる中空糸膜式加湿器を提供する。

【解決手段】 一端部に複数の気体流入孔(2A)が周方向に沿って配列され、他端部に複数の気体流出孔(2B)が周方向に沿って配列された円筒状ハウジング

(2)内に、多数の水透過性の中空糸膜(HF)を束ねた中空糸膜集合体(FA)を収容した中空糸膜モジュール(3)を備えている。円筒状ハウジング(2)の一端部の内周面には、各気体流入孔(2A)を周方向に相互に連通させる流入孔連通溝が設けられ、円筒状ハウジング(2)の他端部の内周面には、各気体流出孔(2B)を周方向に相互に連通させる流出孔連通溝が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端部に設けられた複数の気体流入孔および他端部に設けられた複数の気体流出孔がそれぞれ周方向に沿って配列されている筒状ハウジング内に、多数の水透過性の中空系膜を束ねて収容してなる中空系膜モジュールを備え、前記各中空系膜の内部を通過する気体と、前記気体流入孔から前記気体流出孔に向けて筒状ハウジング内を通過することにより前記各中空系膜の外周に接触する気体との間で水分交換を行う中空系膜式加湿器であって、前記筒状ハウジングの一端部の内周面には、前記各気体流入孔を相互に連通させる流入孔連通溝が設けられていることを特徴とする中空系膜式加湿器。

【請求項2】 請求項1に記載された中空系膜式加湿器であって、前記筒状ハウジングの他端部の内周面には、前記各気体流出孔を相互に連通させる流出孔連通溝が設けられていることを特徴とする中空系膜式加湿器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに好適な軽量でコンパクトな構造の中空系膜式加湿器に関し、詳しくは、加湿能力の低下を防止できる中空系膜式加湿器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、従来のエンジンに替えて走行用モータを搭載する各種の電気自動車が開発されている。この種の電気自動車の一つとして、例えばPEMFC（Proton Exchange Membrane Fuel Cell）と略称される水素イオン交換膜型燃料電池（以下、PEM型燃料電池という。）を走行用モータの電源として搭載する燃料電池自動車の開発が急速に進められている。

【0003】前記PEM型燃料電池は、発電単位であるセルを多数積層した構造のスタックとして構成されており、各セルは、水素供給路を有するアノード側セパレータと酸素供給路を有するカソード側セパレータとの間にMEA（Membrane Electrode Assembly）と略称される膜・電極接合体を挟み込んだ構造を有している。このMEAは、PEM（Proton Exchange Membrane）と略称される固体高分子材料の水素イオン交換膜の片面にアノード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層され、前記PEM（水素イオン交換膜）の他の片面にカソード側電極触媒層およびガス拡散層が順次積層されて構成されている。

【0004】この種のPEM型燃料電池では、水素ガスが前記水素供給路をアノード入口側からアノード出口側へ向って流通し、酸素を含む加湿された空気が前記酸素供給路をカソード入口側からカソード出口側へ向って流通すると、各セルのアノード側から水素イオンが湿潤状態のMEAのPEM（水素イオン交換膜）を透過してカソード側へ移動することにより、各セルが1V程度の起電力を発生する。そこで、このような発電メカニズムを

有するPEM型燃料電池においては、加湿された空気および水素ガスを連続的に供給して発電を継続させるため、カソード入口側には、例えば過給機により圧送される空気を加湿して供給する空気供給系が付設され、カソード出口側には、湿ったオフガスを排出する空気排出系が付設されている。また、アノード入口側には、エゼクタにより水素ガスを供給する水素ガス供給系が付設されている。そして、前記空気供給系と空気排出系との間には、カソード入口側に圧送される空気を加湿するため、軽量でコンパクトな構成の中空系膜式加湿器（特開平7-71795号公報参照）が設けられている。

【0005】図8は、この種の中空系膜式加湿器の他の従来例を示している。図8に示す中空系膜式加湿器は、一端部に複数の気体流入孔H1が周方向に沿って配列され、他端部に複数の気体流出孔H2が周方向に沿って配列された円筒状ハウジングCH内に、多数の水透過性の中空系膜HFを束ねた中空系膜集合体FAを収容してなる中空系膜モジュールFMを備えている。この中空系膜モジュールFMは、スィープガス流入通路P1およびオフガス流出通路P2を有するヘッドブロックHB1に一端部が連結して支持され、また、スィープガス流出通路P3およびオフガス流入通路P4を有するヘッドブロックHB2に他端部が連結して支持されている。

【0006】図8に示した従来の中空系膜式加湿器においては、ヘッドブロックHB2のオフガス流入通路P4に前記燃料電池システムの空気排出系に排出される水分含有率の高い湿ったオフガスが供給され、ヘッドブロックHB1のスィープガス流入通路P1に前記過給機により圧送される空気供給系の水分含有率の低い乾いた空気がスィープガスとして供給される。これにより、中空系膜式加湿器においては、オフガスがオフガス流入通路P4から中空系膜モジュールFMの中空系膜集合体FAを構成する各中空系膜HFの内部を通過してオフガス流出通路P2へと流通する。同時に、スィープガスがスィープガス流入通路P1から中空系膜モジュールFMの円筒状ハウジングCHの一端部に設けられた気体流入孔H1より円筒状ハウジングCH内に流入し、中空系膜集合体FA内の隙間を通過して円筒状ハウジングCHの他端部に設けられた気体流出孔H2よりスィープガス流出通路P3へと流通する。そして、この中空系膜式加湿器においては、中空系膜集合体FAを構成する各中空系膜HFの内部を通過するオフガスと、各中空系膜HFの外周に接触して通過するスィープガスとの間で水分交換が行われるのであり、水分含有率の高いオフガスが除湿され、水分含有率の低いスィープガスが加湿される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記した従来の中空系膜式加湿器の中空系膜モジュールFMにおいて、円筒状ハウジングCHの一端部の各気体流入孔H1および他端部の各気体流出孔H2は、円筒状ハウジング

C Hの円周方向に沿って配列されているものの、相互に独立に離間して配設されている。このため、円筒状ハウジングC Hの一端部の各気体流入孔H 1に流入するスweepガスは、円筒状ハウジングC Hの内周面の円周方向に沿って円滑に拡散することができず、中空系膜集合体F A内の隙間を一端側の各気体流入孔H 1から他端側の各気体流出孔H 2に向けて筋状に偏流する傾向がある。この場合、中空系膜集合体F Aを構成する各中空系膜H Fには、スweepガスの通過量が少ないために殆ど水分交換に寄与しない部分が発生し、中空系膜モジュールF Mの加湿能力が低下する。

【0008】そこで、本発明は、極めて簡単な構造の付加により加湿能力の低下を防止できる中空系膜式加湿器を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決する手段として、本発明に係る中空系膜式加湿器は、一端部に設けられた複数の気体流入孔および他端部に設けられた複数の気体流出孔がそれぞれ周方向に沿って配列されている筒状ハウジング内に、多数の水透過性の中空系膜を束ねて収容してなる中空系膜モジュールを備え、前記各中空系膜の内部を通過する気体と、前記気体流入孔から前記気体流出孔に向けて筒状ハウジング内を通過することにより前記各中空系膜の外周に接触する気体との間で水分交換を行う中空系膜式加湿器であって、前記筒状ハウジングの一端部の内周面には、前記各気体流入孔を相互に連通させる流入孔連通溝が設けられていることを特徴とする。

【0010】本発明に係る中空系膜式加湿器では、水分含有率の異なる一方の気体が前記各中空系膜の内部を通過し、他方の気体が前記筒状ハウジングの一端部の各気体流入孔から他端部の各気体流出孔に向けて筒状ハウジング内の各中空系膜間の隙間を通過することにより、両気体が接触する各中空系膜を通して水分交換が行われ、水分含有率の高い気体が除湿され、水分含有率の低い気体が加湿される。その際、前記筒状ハウジングの一端部の内周面に設けられた流入孔連通溝は、筒状ハウジングの一端部の各気体流入孔に流入する他方の気体を筒状ハウジングの内周面の周方向に沿って円滑に拡散させる。このため、他方の気体は、筒状ハウジングの一端部の周方向全域から略均一に筒状ハウジングの他端部の各気体流出孔に向けて筒状ハウジング内の各中空系膜間の隙間を通過する。すなわち、他方の気体は、各中空系膜間の隙間を筒状ハウジングの周方向に偏流することなく略均一に通過して一層多くの中空系膜と接触する。

【0011】本発明の中空系膜式加湿器において、前記筒状ハウジングの他端部に配列された各気体流出孔を相互に連通させる流出孔連通溝が筒状ハウジングの他端部の内周面に設けられていると、この流出孔連通溝は、筒状ハウジングの他端部に向かって各中空系膜間の隙間を

通過する他方の気体を筒状ハウジングの他端部内の周方向に沿って円滑に各気体流出孔へ導く。このため、他方の気体は、筒状ハウジングの一端部内の周方向全域から他端部内の円周方向全域へ向けて一層均一に各中空系膜間の隙間を通過する。すなわち、他方の気体は、各中空系膜間の隙間を筒状ハウジングの周方向に偏流することなく一層均一に通過して一層多くの中空系膜と接触する。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る中空系膜式加湿器の実施の形態を説明する。参照する図面において、図1は一実施形態に係る中空系膜式加湿器の構造を示す斜視図、図2は一実施形態に係る中空系膜式加湿器の構造を示す断面図、図3は図2に示す円筒状ハウジングの一端部の内周面を示す断面斜視図、図4は図2に示す円筒状ハウジングの他端部の内周面を示す断面斜視図である。

【0013】図1および図2に示すように、一実施形態に係る中空系膜式加湿器1は、一端部に複数の気体流入孔2 Aが周方向に沿って配列され、他端部に複数の気体流出孔2 Bが周方向に沿って配列された円筒状ハウジング2内に、多数の水透過性の中空系膜H Fを束ねた中空系膜集合体F Aを収容してなる中空系膜モジュール3を複数本備えている。そして、各中空系膜モジュール3は、スweepガス流入通路4およびオフガス流出通路5を有するヘッドブロック6に一端部が連結して支持され、また、スweepガス流出通路7およびオフガス流入通路8を有するヘッドブロック9に他端部が連結して支持されている。

【0014】前記円筒状ハウジング2は、例えば直径60mm、肉厚4mm、長さ600mm程度のパイプ状に射出成形されたエンジニアリングプラスチック材から成る。この円筒状ハウジング2の一端部に成形された各気体流入孔2 Aは、例えば直径が18mm程度であり、円筒状ハウジング2の円周方向に等間隔で例えば8個配列されている。同様に、円筒状ハウジング2の他端部に成形された各気体流出孔2 Bは、例えば直径が18mm程度であり、円筒状ハウジング2の円周方向に等間隔で例えば8個配列されている。

【0015】前記中空系膜集合体F Aは、5000本程度の中空系膜H Fを1本に束ねたものである。この中空系膜集合体F Aの両端部には、各中空系膜H Fの開口を維持した状態で各中空系膜H Fの相互の隙間を接着剤により封止し、かつ、円筒状ハウジング2の両端部に接着させるポッティング部が構成されている。そして、このポッティング部により、前記円筒状ハウジング2の両端部が気密に閉塞されている。

【0016】前記中空系膜集合体F Aを構成する各中空系膜H Fは、内径が300～700マイクロメートル程度の細い中空系である。この中空系膜集合体F Aは、そ

の内部を通過する気体中の水蒸気を凝縮させ、その凝縮水を毛細管現象により外部に移動させる機能を有する。

【0017】前記ヘッドブロック6は、外側プレート6Aに中間プレート6Bおよび内側プレート6Cを順次重ねてボルト・ナットにより相互に締結した構造を有し、外側プレート6A、中間プレート6B、内側プレート6Cに跨って前記スィープガス流入通路4およびオフガス流出通路5が形成されている。同様に、前記ヘッドブロック9は、外側プレート9Aに中間プレート9Bおよび内側プレート9Cを順次重ねてボルト・ナットにより相互に締結した構造を有し、外側プレート9A、中間プレート9B、内側プレート9Cに跨って前記スィープガス流出通路7およびオフガス流入通路8が形成されている。そして、ヘッドブロック6の外側プレート6Aとヘッドブロック9の外側プレート9Aとが長尺の締結ボルト10を介して相互に締結されることにより、各中空系膜モジュール3を挟持している。

【0018】ここで、一実施形態に係る中空系膜式加湿器1において、中空系膜モジュール3を構成する円筒状ハウジング2の一端部の内周面には、図3に示すように、前記各気体流入孔2Aを相互に連通させる流入孔連通溝2Cが設けられている。同様に、円筒状ハウジング2の他端部の内周面には、図4に示すように、前記各気体流出孔2Bを相互に連通させる流出孔連通溝2Dが設けられている。

【0019】前記流入孔連通溝2Cは、各気体流入孔2Aの直径より小さい幅寸法の角溝であり、円筒状ハウジング2の円周方向に沿う各気体流入孔2Aの配列中心線に沿って間欠的に複数個形成されている。同様に、前記流出孔連通溝2Dは、各気体流出孔2Bの直径より小さい幅寸法の角溝であり、円筒状ハウジング2の円周方向に沿う各気体流入孔2Aの配列中心線に沿って間欠的に複数個形成されている。これらの各流入孔連通溝2Cおよび各流出孔連通溝2Dは、通常、円筒状ハウジング2の射出成形時に一体的に成形されるが、後から機械加工で形成してもよい。

【0020】以上のように構成された一実施形態の中空系膜式加湿器1は、例えば、図示しない燃料電池システムの空気排出系内に排出される水分含有率の高い湿ったオフガスと、燃料電池システムの空気供給系内を過給機等により圧送される水分含有率の低い乾いた空気との間で水分交換を行わせることにより、前記空気供給系内を圧送される空気を加湿するために使用される。

【0021】一実施形態の中空系膜式加湿器1においては、ヘッドブロック9のオフガス流入通路8に前記燃料電池システムの空気排出系に排出されるオフガスが供給され、ヘッドブロック6のスィープガス流入通路4に前記燃料電池システムの空気供給系内の空気がスィープガスとして供給される。この状態において、水分含有率の高い湿ったオフガスは、オフガス流入通路8から各中空

系膜モジュール3の中空系膜集合体FAを構成する各中空系膜HFの内部を通過してヘッドブロック6のオフガス流出通路5に流出する。一方、水分含有率の低い乾いたスィープガスは、スィープガス流入通路4から各中空系膜モジュール3の円筒状ハウジング2の一端側に設けられた各気体流入孔2Aより円筒状ハウジング2内に流入し、中空系膜集合体FA内の隙間を通過して円筒状ハウジング2の他端部に設けられた各気体流出孔2Bよりヘッドブロック9のスィープガス流出通路7へと流出する。

【0022】そして、この一実施形態に係る中空系膜式加湿器1においては、中空系膜集合体FAを構成する各中空系膜HFの内部を通過するオフガスと、各中空系膜HFの外周に接触して中空系膜集合体FA内の隙間を通過するスィープガスとの間で水分交換が行われるのであり、水分含有率の高いオフガスが除湿され、水分含有率の低いスィープガスが加湿される。そして、加湿された水分含有率の高いスィープガスがスィープガス流出通路7から燃料電池システムの空気供給系内に戻される。

【0023】その際、図3に示すように前記円筒状ハウジング2の一端部の内周面に設けられた各流入孔連通溝2Cは、円筒状ハウジング2の一端部の各気体流入孔2Aに流入するスィープガスを円筒状ハウジング2の内周面の円周方向に沿って円滑に拡散させる。このため、スィープガスは、円筒状ハウジング2の一端部内の円周方向全域から略均一に円筒状ハウジング2の他端部の各気体流出孔2Bに向けて中空系膜集合体FA内の隙間を通過する。

【0024】また、前記円筒状ハウジング2の他端部の内周面に設けられた各流出孔連通溝2Dは、円筒状ハウジング2の一端部内の円周方向全域から略均一に円筒状ハウジング2の他端部に向かって中空系膜集合体FA内の隙間を通過するスィープガスを受け入れ、これを円筒状ハウジング2の他端部内の円周方向に沿って円滑に各気体流出孔2Bへ導く。

【0025】従って、一実施形態の中空系膜式加湿器1においては、各中空系膜モジュール3の円筒状ハウジング2内に各気体流入孔2Aから流入したスィープガスが、円筒状ハウジング2の一端部内の円周方向全域から他端部内の円周方向全域に向けて均一に中空系膜集合体FA内の隙間を通過する。すなわち、スィープガスは、中空系膜集合体FA内の隙間を円筒状ハウジング2の円周方向に偏流することなく均一に通過して従来より一層多くの中空系膜HFと接触するのであり、加湿能力の低下を効果的に防止することができる。

【0026】本発明の中空系膜式加湿器において、前記円筒状ハウジング2の一端部に設ける気体流入孔2A用の流入孔連通溝および他端部に設ける気体流出孔2B用の流出孔連通溝の断面形状は、一実施形態の流入孔連通溝2Cおよび流出孔連通溝2Dのような角形に限らず、

円弧状やV状、あるいは逆台形状とすることができる。

【0027】また、前記気体流入孔2A用の流入孔連通溝は、例えば図5～図7に示すように、種々の形状とすることができる。図5に示す流入孔連通溝2Eは、各気体流入孔2Aの配列の側方に位置して円筒状ハウジング2の内周面の円周方向に延びる環状溝部2E1と、この環状溝部2E1から側方に張り出して各気体流入孔2Aに連通する連通溝部2E2とで構成されている。また、図6に示す流入孔連通溝2Fは、各気体流入孔2Aを包囲して円筒状ハウジング2の内周面の円周方向に延びており、その両側壁は丸みを帯びた波型に成形されている。さらに、図7に示す流入孔連通溝2Gは、一実施形態における流入孔連通溝2Cと同様の複数の連結溝部2G1と、各気体流入孔2Aから側方に張り出す複数のガイド溝部2G2との組み合わせにより構成されている。なお、気体流出孔2B用の流出孔連通溝も、図5～図7に示すような種々の形状とすることができる。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る中空系膜式加湿器では、水分含有率の異なる一方の気体が前記各中空系膜の内部を通過し、他方の気体が前記筒状ハウジングの一端部の各気体流入孔から他端部の各気体流出孔に向けて筒状ハウジング内の各中空系膜間の隙間を通過することにより、両気体が接触する各中空系膜を通して水分交換が行われ、水分含有率の高い気体が除湿され、水分含有率の低い気体が加湿される。その際、前記筒状ハウジングの一端部の内周面に設けられた流入孔連通溝は、筒状ハウジングの一端部の各気体流入孔に流入する他方の気体を筒状ハウジングの内周面の周方向に沿って円滑に拡散させる。このため、他方の気体は、筒状ハウジングの一端部内の周方向全域から略均一に筒状ハウジングの他端部の各気体流出孔に向けて筒状ハウジング内の各中空系膜間の隙間を通過する。すなわち、他方の気体は、各中空系膜間の隙間を筒状ハウジングの周方向に偏流することなく略均一に通過して一層多くの中空系膜と接触する。従って、本発明の中空系膜式加湿器によれば、前記流入孔連通溝を設けるという極めて簡単な構造の付加により、加湿能力の低下を防止することができる。

【0029】また、本発明の中空系膜式加湿器において、前記筒状ハウジングの他端部に配列された各気体流出孔を相互に連通させる流出孔連通溝が筒状ハウジングの他端部の内周面に設けられている場合、この流出孔連通溝は、筒状ハウジングの他端部に向かって各中空系膜間の隙間を通過する他方の気体を筒状ハウジングの他端

部の周方向に沿って円滑に各気体流出孔へ導く。このため、他方の気体は、筒状ハウジングの一端部内の周方向全域から他端部の周方向全域へ向けて一層均一に各中空系膜間の隙間を通過する。すなわち、他方の気体は、各中空系膜間の隙間を筒状ハウジングの周方向に偏流することなく一層均一に通過して一層多くの中空系膜と接触する。従って、加湿能力の低下を一層効果的に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る中空系膜式加湿器の構造を示す斜視図である。

【図2】一実施形態に係る中空系膜式加湿器の構造を示す断面図である。

【図3】図2に示す円筒状ハウジングの一端部の内周面を示す断面斜視図である。

【図4】図2に示す円筒状ハウジングの他端部の内周面を示す断面斜視図である。

【図5】図2に示す気体流入孔用の流入孔連通溝の変更例を示す円筒状ハウジングの一端部内周面の部分展開図である。

【図6】図2に示す気体流入孔用の流入孔連通溝の他の変更例を示す円筒状ハウジングの一端部内周面の部分展開図である。

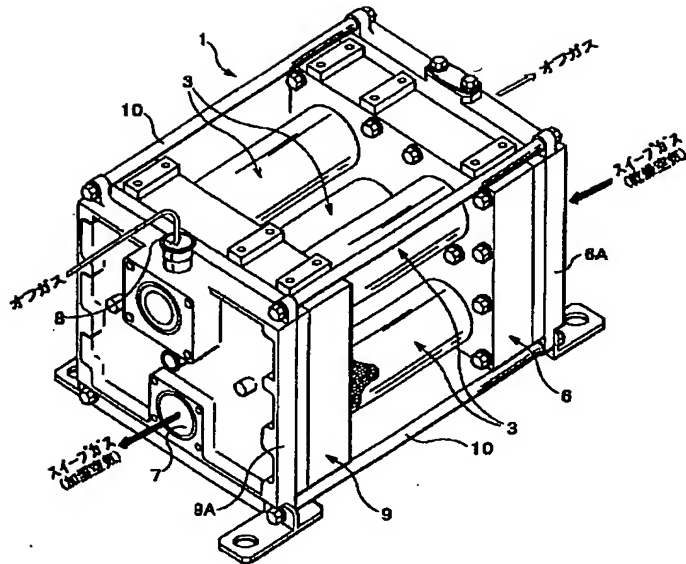
【図7】図2に示す気体流入孔用の流入孔連通溝のさらに他の変更例を示す円筒状ハウジングの一端部内周面の部分展開図である。

【図8】従来例の中空系膜式加湿器の構造を示す断面図である。

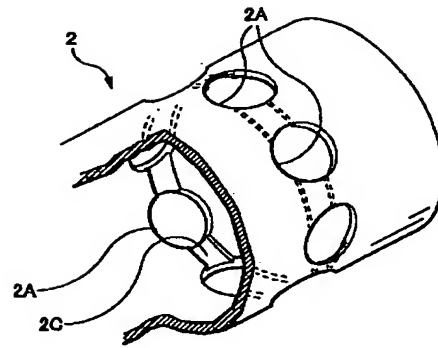
【符号の説明】

- 1 : 中空系膜式加湿器
- 2 : 円筒状ハウジング
- 2A : 気体流入孔
- 2B : 気体流出孔
- 2C : 流入孔連通溝
- 2D : 流出孔連通溝
- 3 : 中空系膜モジュール
- 4 : スイープガス流入通路
- 5 : オフガス流出通路
- 6 : ヘッドブロック
- 7 : スイープガス流出通路
- 8 : オフガス流入通路
- 9 : ヘッドブロック
- HF : 中空系膜
- FA : 中空系膜集合体

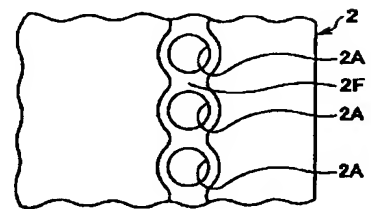
【図1】



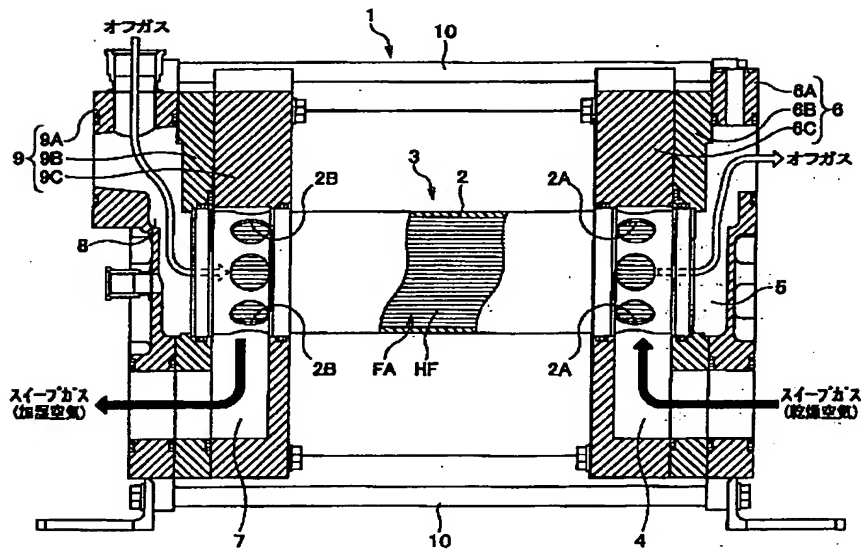
【図3】



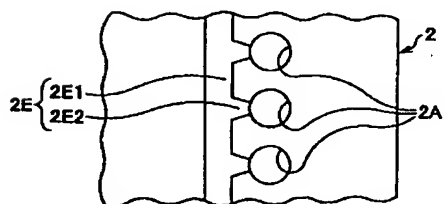
【図6】



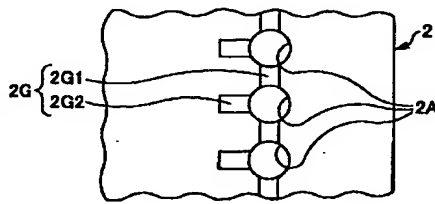
【図2】



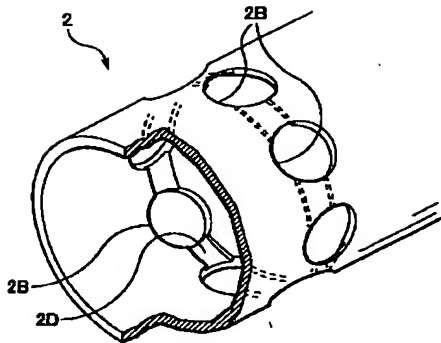
【図5】



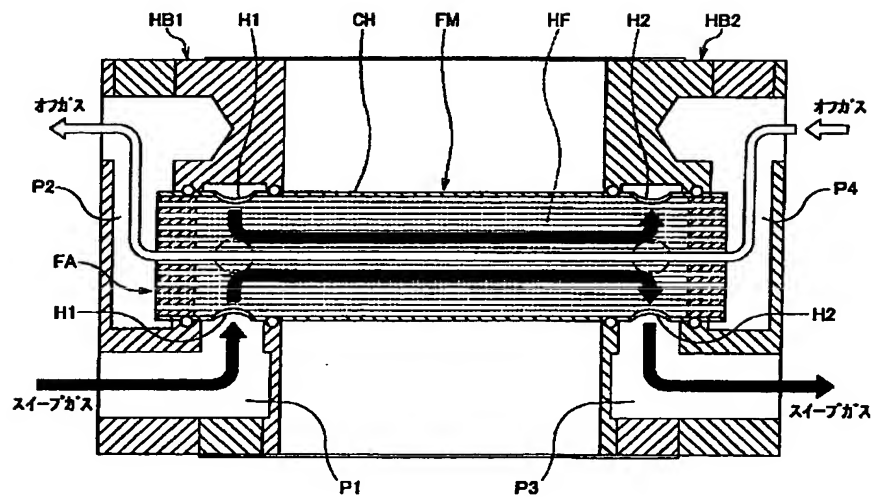
【図7】



【図4】



【図8】



フロントページの続き

(72) 発明者 島貫 寛士
 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内
 (72) 発明者 鈴木 幹浩
 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3D035 AA00
 3L055 AA10 BA10 DA05
 4D006 GA12 HA02 JB04 MA01 MB03
 PB17 PB19 PB65 PC72 PC80
 5H026 AA06
 5H027 AA06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.